



ocket No.: 66396-130

PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of : Customer Number: 20277  
Francesco BRAGHIROLI : Confirmation Number: 7645  
Serial No.: 10/765,207 : Group Art Unit: 2877  
Filed: January 28, 2004 : Examiner: Not yet assigned  
:  
For: METHOD AND APPARATUS FOR OPTICALLY SCANNING A PNEUMATIC  
TIRE OF A VEHICLE WHEEL

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Missing Parts  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

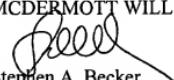
At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

**European Patent Application No. 03020101.6, filed September 4, 2003.**

A copy of the priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY LLP

  
Stephen A. Becker  
Registration No. 26,527

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
202.756.8000 SAB:ctp  
Facsimile: 202.756.8087  
**Date: August 12, 2004**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

101745, 207  
1-28-04  
66396-130  
BRAGHIROLI

*McDermott Will & Emery LLP*

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03020101.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts:  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office  
Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Anmeldung Nr.: 03020101.6  
Application no.: 03020101.6  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 04.09.03  
Date de dépôt:

## Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Snap-on Equipment Srl a unico socio.  
Via Provinciale per Carpi, 33  
42015 Correggio (Reggio Emilia)  
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Verfahren und Vorrichtung zum optischen Abtasten eines Luftreifens eines  
Fahrzeuges

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G01M/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Patentanmeldung]

**Verfahren und Vorrichtung zum optischen Abtasten eines Luftreifens eines Fahrzeuggrades**

5

**[Beschreibung]**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum optischen Abtasten eines Luftreifens eines Fahrzeuggrades, insbesondere Kraftfahrzeuggrades, welches um eine fest-  
10 stehende Achse drehbar gelagert wird, mittels einer oder mehrerer Lichtstrahlen.

Aus US-A-5,054,918 ist es bekannt, die Reifenlauffläche mit einem flachen Lichtstrahl zu bestrahlen und ein streifenförmiges Profil der Lauffläche abzubilden und mit einer Kamera aufzunehmen. Ferner ist es aus EP 1,174,698 A2 (= US 6,535,281 B2) bekannt, die Oberfläche eines Kraftfahrzeuggrades mittels eines von einer Lichtquelle emittierten Lichtstrahls abzutasten und den zugeordneten reflektierten Strahl  
20 mit einem lichtempfindlichen Empfänger zu empfangen. Aus den Richtungen des emittierten Strahls und des reflektierten Strahls wird der Abstand der abgetasteten Stelle des Kraftfahrzeuggrades zu einem Bezugsräder gemessen. Die Lichtquelle und der Empfänger sind synchron bewegbar.

25

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit denen eine umfassende Ermittlung der Beschaffenheit des Luftreifens eines Kraftfahrzeuggrades erreicht wird.

30

Diese Aufgabe wird beim Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und bei der Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruches 7 gelöst.

Bei der Erfindung wird der Luftreifen des beispielsweise an einer Messwelle einer Radauswuchtmashine drehbar gelagerten Fahrzeuggrades mittels eines oder mehrerer Lichtstrahlen, insbesondere Laserstrahlen, abgetastet. Ein jeweiliger

5 Lichtstrahl, insbesondere Laserstrahl, wird von einer an einer bestimmten Position befindlichen Lichtquelle aus, auf die Oberfläche des Luftreifens gerichtet, und ein jeweils zugeordneter reflektierter Strahl von einem lichtempfindlichen Empfänger, welcher sich ebenfalls auf einer bestimmten

10 Position befindet, empfangen. Dabei werden aus den Richtungen des jeweils ausgesendeten Lichtstrahls und des zugeordneten reflektierten und empfangenen Lichtstrahls Abmessungen und Positionen des Luftreifens oder von Bestandteilen des Luftreifens ermittelt. Hierzu werden in Aufeinanderfolge

15 mehrere Oberflächenstellen (Spots) des Luftreifens, der bei der Messung vorzugsweise gedreht wird, abgetastet.

Dabei kann mittels einer Sensoreinrichtung, welche die Lichtquelle und den lichtempfindlichen Empfänger aufweist,

20 die Lauffläche des Luftreifens abgetastet werden. Hierbei können eine unregelmäßige Reifenabnutzung oder die Reifenprofiltiefe an der Lauffläche sowie eine unzulässige Konizität der Lauffläche festgestellt werden. In Abhängigkeit von der Profiltiefe kann die voraussichtliche Nutzungsdauer des

25 Reifens bis zu einem erforderlichen Reifenwechsel ermittelt werden. Außerdem können unregelmäßige Reifenabnutzungen, wie kreuzweis verlaufende Abriebsspuren oder flache Abriebsspuren auf Teilen der Lauffläche sowie eine Reifenschulterabnutzung und unregelmäßige Reifenschultern und dergleichen

30 ermittelt werden.

Ferner können durch Abtastung der Reifenseitenwände Eindrückungen oder Ausbauchungen in diesen Reifenteilen festge-

stellt werden. Ferner lässt sich dabei auch ein unregelmäßiger Reifensitz im Felgenbett feststellen.

Zur Abtastung der beiden Reifenseitenwände und der Lauffläche kann eine Sensoreinrichtung, welche die Lichtquelle und den Empfänger auf einem gemeinsamen Träger aufweist, zum Einsatz kommen. Es ist jedoch auch möglich, drei derartige Sensoreinrichtungen vorzusehen, wobei jeweils eine Sensor-  
einrichtung der an der Innenseite und an der Außenseite des  
Fahrzeuggrades liegenden Reifenseitenwand zugeordnet ist und  
eine Sensoreinrichtung der Abtastung der Lauffläche zugeordnet ist. Die Sensoreinrichtungen können in der Weise ausgebildet sein, wie die in der US-Patentschrift 6,535,281 B2 beschriebene Sensoreinrichtung. Diese bekannte Sensoreinrichtung tastet die Oberfläche des Kraftfahrzeugreifens punktförmig ab und wertet nach einem Triangulationsverfahren die entsprechenden Messwerte aus.

Anhand der Figur wird an einem Ausführungsbeispiel die Erfindung noch näher erläutert.

Die Figur zeigt in schematischer Darstellung ein Fahrzeugrad 1, welches in herkömmlicher Weise ein Scheibenrad 5 und eine am Umfang des Scheibenrades 5 befestigte Felge 4 aufweist.  
An der Felge 4 ist ein Luftreifen 10 gelagert. Reifenwülste sind in bekannter Weise an Felgenhörner 6 der Felge 4 abgestützt.

Das Fahrzeugrad 1, insbesondere Kraftfahrzeugrad ist in bekannter Weise an einer Messwelle 2 einer nicht näher dargestellten Radauswuchtmaschine in bekannter Weise in einer Befestigungsstelle 20 befestigt und um eine durch die Messwelle 2 definierte Drehachse, welche bei zentrierter Aufspannung mit einer Radachse 3 zusammenfällt, drehbar gelagert.

Auf diese Weise wird an der Radauswuchtmaschine eine ortsfeste Anordnung der Radachse 3 gewährleistet.

Mit einer oder mehreren Sensoreinrichtungen 18 können die  
5 Abmessungen und Positionen von Bestandteilen des Luftreifens  
10 gemessen und rechnergestützt ermittelt werden. Jede Sen-  
soreinrichtung beinhaltet eine Lichtquelle 16, welche vor-  
zugsweise als Laser ausgebildet ist. Ferner beinhaltet jede  
10 Sensoreinrichtung 18 einen Empfänger 12, welcher als positiv-  
onssensitives Empfangselement vorzugsweise einen CCD-Sensor  
aufweist. Die Lichtquelle 16 und der Empfänger 12 sind an  
einem Träger 14 befestigt. Der Träger 14 ist um eine  
Schwenkachse 17 schwenkbar gelagert. Ferner kann der Träger  
14 linear (Doppelpfeile 19) oder auf einer vorgegebenen Füh-  
15 rungsbahn gegenüber der Messwelle 2 und der Befestigung 20  
des Fahrzeugrades 1 an der Messwelle 2 beweglich gelagert  
sein. Die Schwenkbewegung und die gegebenenfalls zusätzliche  
lineare oder geführte Bewegung kann mit Hilfe eines nicht  
näher dargestellten Antriebs, beispielsweise in Form eines  
20 oder mehrerer Schrittmotoren bewirkt werden. Am Träger 14 ist  
fernern eine Empfängeroptik 13 vorgesehen. Die Empfängeroptik  
13 und der CCD-Sensor 11 sind Bestandteile des Empfängers  
12.

25 Die Lichtquelle 16 sendet einen Lichtstrahl auf die Oberflä-  
che des Luftreifens 10 aus und bildet auf der Oberfläche ei-  
nen Lichtfleck. Von dort wird das Licht in einem zugeordne-  
ten reflektierten Strahl reflektiert und gelangt durch die  
fokussierende Empfängeroptik 13 auf die Sensorelemente des  
30 CCD-Sensors 11. Der CCD-Sensor 11 kann mehrere lokale Maxima  
einer Beleuchtungsstärkefunktion getrennt voneinander erfass-  
sen. Die Richtung des reflektierten Strahls hängt von der  
Entfernung der auf dem Luftreifen 10 abgetasteten Stelle zur  
Lichtquelle 16 und zum Empfänger ab. In Abhängigkeit von

diesem Abstand wird der reflektierte Strahl über die Empfängeroptik 13 auf eine bestimmte Stelle des CCD-Sensors 11 gerichtet und dann in ein positionsempfindliches oder positionsabhängiges Signal gewandelt. Dieses wird an eine Mess-  
5 elektronik 8 weitergeleitet, welche ferner mit einem Positionsgeber 15 verbunden ist. Der Positionsgeber 15 liefert an die Messelektronik 8 Positionssignale, welche den jeweiligen Positionen der Lichtquelle 16 und des CCD-Sensors 11 proportional sind. Die Lichtquelle 16 und der Empfänger 12 sind  
10 synchron miteinander bewegbar, da sie am gemeinsamen Träger 14 befestigt sind. Die Positionssignale sind bezogen auf eine an der nicht näher dargestellten Maschine vorhandene Referenzposition und damit bezogen auf die ortsfest an der Maschine gelagerte Messwelle 2 und die axiale Befestigungs-  
15 stelle 20, an welcher das Fahrzeugrad 1 an der Messwelle 2 befestigt ist.

Die Messelektronik 8 erzeugt Messsignale, welche den Positionen der Oberflächenstellen (Spots) des Luftreifens 10 entsprechen, die von den von der Lichtquelle 16 ausgesendeten  
20 Lichtstrahlen abgetastet werden.

Mit Hilfe von drei Sensoreinrichtungen 18, welche der Innenseite (linke Sensoreinrichtung 18 in der Figur), der Außen-  
25 seite (rechte Sensoreinrichtung 18 in der Figur) sowie der Lauffläche (oben liegende Sensoreinrichtung 18 in der Figur) des Luftreifens 10 zugeordnet sind, können alle Oberflächenpunkte des Luftreifens 10 erfasst werden.

30 Geeignete Sensoreinrichtungen 18, welche mit dem Triangulationsverfahren messen, sind aus EP 1,174,698 A2 (= US-Patent 6,535,281) bekannt. Es ist jedoch auch möglich, nur eine Sensoreinrichtung 18 zu verwenden, welche auf einem vorbestimmten Führungsweg sowohl an der Innenseite als auch

an der Außenseite sowie an der Lauffläche des Luftreifens 10 in entsprechende Messpositionen gebracht werden kann.

Zur Erfassung aller Oberflächenpunkte des Fahrzeuggrades 1  
5 kann dieses drehbar um die Radachse 3 mit der Messwelle 2 gelagert sein. Die Messelektronik 8, welche die entsprechenden Messsignale liefert, kann Bestandteil der jeweiligen Sensoreinrichtung 18 sein. Es ist jedoch auch möglich, die Messelektronik 8 in eine rechnergestützt arbeitende Aus-  
10 werte einrichtung 9 zu integrieren. Aufgrund der beschriebenen Messanordnung können rechnergestützt durch die Auswerteeinrichtung 9 Abmessungen und Positionen von Bestandteilen des Luftreifens 10 sowie Eigenschaften dieser Bestandteile bestimmt und ausgewertet werden.

15 Die jeweilige Drehwinkelposition des Luftreifens 10 kann durch einen in herkömmliche Weise mit der Messwelle 2 der Radauswuchtmaschine verbundenen Drehwinkelgeber 18 erfolgen. Dieser liefert Drehwinkelinkremente an die Auswerteeinrich-  
20 tung 9 bei der Drehung des Kraftfahrzeuggrades 1. Hierdurch erreicht man Positionsangaben zu den jeweiligen Drehwinkelpositionen der von der jeweiligen Sensoreinrichtung 18 abgetasteten Oberflächenstelle der Reifenoberfläche. Als Drehwinkelbezug kann ein Reifenfüllventil 21, dessen Drehwinkel-  
25 lage am Fahrzeuggrad 1 durch die die Außenseite des Fahrzeugrades abtastende Sensoreinrichtung 18 erfasst wird, dienen.

Die der Innenseite des Fahrzeuggrades zugeordnete Sensoreinrichtung 18 kann am Maschinengehäuse der Radauswuchtmaschine, vorzugsweise unterhalb der Messwelle 2 gelagert sein.  
30 Die der Abtastung der Lauffläche des Luftreifens 10 zugeordnete Sensoreinrichtung kann in der Nähe einer Schwenkachse einer Rad schutzhülle, welche beim Messlauf über das sich drehende Rad in bekannter Weise geschwenkt wird, sich befin-

den. Die der Außenseite des Fahrzeugrades 1 zugeordnete Sensorscheinrichtung 18 kann an der schwenkbaren Radschutzaube angeordnet oder mit dieser verbunden sein.

5 Wie aus der Figur zu ersehen ist, können mit den drei Sensorscheinrichtungen die Seitenwände, d.h. die innenliegende und die außenliegende Seitenwand des Luftreifens 10 sowie die Lauffläche des Luftreifens 10 abgetastet werden. Auch der Bereich der Reifenschultern kann durch die in der Figur dar-  
10 gestellte Messanordnung erfasst werden. Wie schon erläutert, können dabei drehwinkelbezogen Abriebsstellen, Unebenheiten und durch Abrieb, Verschleiß und dergleichen erzeugte Defekte am Reifen festgestellt werden. Man erreicht auf diese Weise eine umfassende Qualitätsprüfung des Reifens.

15

Die Erfindung ist bei Fahrzeugrädern jeglicher Art, beispielsweise Kraftfahrzeugrädern, Motorradrädern, Nutzfahrzeugrädern u. dgl. Anwendbar.

[Bezugszeichenliste]

1	Fahrzeugrad
2	Messwelle
5 3	Radachse
4	Felge
5	Scheibenrad
6	Felgenhorn
7	Schwenkachse
10 8	Messelektronik
9	Auswerteeinrichtung
10	Luftreifen
11	CCD-Sensor
12	Empfänger
15 13	Empfängeroptik
14	Träger
15	Positionsgeber
16	Lichtquelle
17	Drehwinkelgeber
20 18	Sensoreinrichtung
19	lineare Führungsrichtung
20	axiale Befestigungsstelle
21	Reifenfüllventil

EPO - Munich  
75

[Patentansprüche]

04. Sep. 2003

1. Verfahren zum optischen Abtasten eines Luftreifens eines Fahrzeuggrades, welches um eine feststehende Achse drehbar gelagert wird, mittels eines oder mehrerer Lichtstrahlen, bei dem ein jeweiliger Lichtstrahl aus wenigstens einer bestimmten Position auf die Oberfläche des Luftreifens gerichtet wird und ein jeweils zugeordneter reflektierter Strahl an wenigstens einer bestimmten Position empfangen wird, wobei aus den Richtungen des jeweils ausgesendeten Lichtstrahls und des zugeordneten reflektierten und empfangenen Strahls Abmessungen und Positionen des Luftreifens oder von Bestandteilen des Luftreifens ermittelt werden.  
5
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Lauffläche des Luftreifens abgetastet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Profiltiefe oder eine unregelmäßige Reifenabnutzung bei der Abtastung der Lauffläche ermittelt wird.  
20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung einer unzulässigen Konizität die Lauffläche des Luftreifens abgetastet wird.  
25
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Reifenseitenwand oder beide Reifenseitenwände abgetastet wird bzw. werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,  
30 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reifensitz an der Rad-

felge und/oder Eindrückungen und/oder Ausbauchungen an einer oder beiden Reifenseitenwänden erfasst wird bzw. werden.

7. Vorrichtung zum optischen Abtasten eines Luftreifens eines Fahrzeuggrades (1), welches an einer Messwelle (2) einer Radauswuchtmaschine drehbar gelagert ist, mit wenigstens einer Lichtquelle (16), welche einen auf die Oberfläche des Luftreifens (10) gerichteten Lichtstrahl aussendet, und einem synchron mit der Lichtquelle (16) beweglichen Empfänger (11, 12, 13), welcher einen vom Auftrefffleck des ausgesendeten Lichtstrahls auf der Oberfläche des Luftreifens reflektierten Strahl empfängt, und in Abhängigkeit von der Empfangsposition am Empfänger ein Signal erzeugt, wobei die Lichtquelle (16) und der Empfänger (11, 12, 13) bezüglich der Messwelle (2) synchron in bestimmte Positionen bewegbar sind, einem mit der Messwelle (2) gekoppelten Drehwinkelgeber (17), welcher in Abhängigkeit von der Drehung der Messwelle und des Fahrzeuggrades (1) Drehwinkel signale erzeugt und mit einer an den Drehwinkelgeber (17) und den Empfänger (11, 12, 13) angeschlossenen rechnergestützten Auswerteeinrichtung (9), welche aus den vom Empfänger (11, 12, 13) und dem Drehwinkelgeber (17) empfangenen Signalen Abmessungen und Positionen des Luftreifens oder von Be- standteilen des Luftreifens ermittelt.  
25
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass drei Sensoreinrichtungen (18), von denen jede die Lichtquelle (16) und den Empfänger (11, 12, 13) aufweist, an Bauteilen der Radauswuchtmaschine beweglich angeordnet sind, wobei eine Sensoreinrichtung (18) zum Abtasten der Reifenlauffläche und zwei Sensoreinrichtungen (18) zum Abtasten der Rei-**  
30

fenseitenwände an der Radinnenseite und der Radaußenseite angeordnet sind.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

04. Sep. 2003

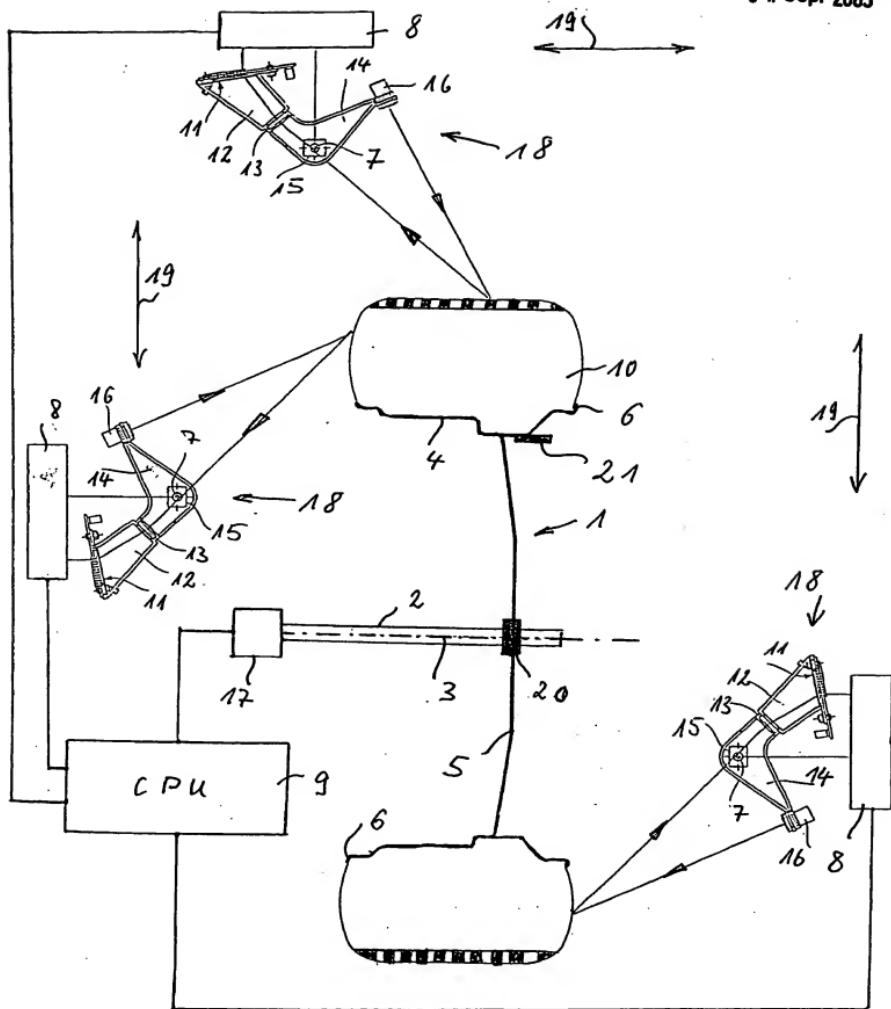
**[Zusammenfassung]**

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum optischen Abtasten eines Luftreifens 10 eines Fahrzeuggrades 1, welches an einer 5 Messwelle 2 einer Radauswuchtmaschine drehbar gelagert ist, mittels eines oder mehrerer Lichtstrahlen, wobei eine Lichtquelle 16, insbesondere Laserstrahlquelle, einen jeweiligen Lichtstrahl auf die Oberfläche des Luftreifens 10 aussendet und ein von dort reflektierter Lichtstrahl von einem Empfänger 11, 12, 13 empfangen wird, und der Empfänger vom Auf- 10 treffpunkt des reflektierten Strahles abhängige Positions- signale erzeugt, die in einer rechnergestützten Auswerteein- richtung 9 mit von einem Drehwinkelgeber 17 der Messwelle 2 15 gelieferten Drehwinkelsignalen zur Ermittlung von Abmessun- gen und Positionen des Luftreifens oder von Bestandteilen, insbesondere von unregelmäßigen Reifenabnutzungen ausgewer- tet werden.

(Figur)

20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**